

令和元年6月12日現在

機関番号：32613

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2017～2018

課題番号：17H07129

研究課題名（和文）グラフ信号処理およびカラリゼーション符号化に基づく多チャンネル動画画像符号化の開発

研究課題名（英文）Development of multi-channel video coding based on graph signal processing and colorization-based coding

研究代表者

雨車 和憲（Uruma, Kazunori）

工学院大学・情報学部（情報工学部）・助教

研究者番号：50801180

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、グラフ信号処理およびカラリゼーション符号化に基いた多チャンネル動画画像の符号化技術に関する研究を行った。主な研究成果として、効率的なカラリゼーション手法、カラー画像符号化手法、得られた手法の高速化手法、動画への拡張、深度情報符号化への拡張が挙げられる。特に、カラー画像への各種成果については画像のグラフ表現を用いたモデル化により従来手法を大きく上回る高い性能を実現し、権威ある国際雑誌に採録されるなど、高い評価を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、画像や動画の利用は様々な分野で増大しており、これに伴い高精度な画像処理手法や画像圧縮手法が求められるようになってきている。また、従来のRGB画像だけでなく、深度画像や赤外線画像など、画像の種類も多様化している。

このような背景のもと、本研究ではチャンネル間の相関関係を従来行われていたよりもより効率的に利用することによる、次世代動画画像圧縮技術の開発を行い、高い性能を実現することに成功した。

研究成果の概要（英文）：The objective of this research is the development of multi-channel video coding based on graph signal processing and colorization-based coding.

There are several research results such as the effective image colorization algorithm, the image coding technique using colorization, fast algorithms of the proposed algorithms, expanding to the video coding algorithm and depth image coding algorithm.

In particular, based on the graph-modeling of a color image, the algorithms of the colorization and the image coding have achieved a high performance.

研究分野：画像処理

キーワード：グラフ信号処理 画像復元 画像符号化 信号処理

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

近年、カメラの性能向上や SNS の普及を背景に、画像や動画の利用が増大している。また、従来の RGB 画像のみならず、深度画像や赤外線画像など様々な種類の画像が利用されるようになってきている。これに伴い、様々なチャネルの画像に対する効率的な動画像符号化手法が求められている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、より効率的な次世代動画像符号化技術の開発である。その実現のために、近年、カラー画像符号化分野において高い符号化性能を実現しているカラリゼーション符号化、および近年盛んに研究がされているグラフ信号処理に着目し、目的の実現を目指す。

3. 研究の方法

はじめに、静止画像に対するグラフ信号処理に基いた画像のモデリング手法について研究を進めていく。そのモデリングをもとにした各種画像復元手法について検討を行っていく。そこから得られた知見をもとに画像符号化手法へ拡張し、次世代動画像符号化手法の構築を目指す。

4. 研究成果

輝度画像の領域分割により、画像上にグラフの頂点配置を一意に決定する手法を与え、さらに頂点間の接続の強さを、輝度値の差、頂点が含まれる小領域の形状の差、頂点間の距離の差を用いて決定する手法を与えた。その結果、頂点上の色差成分をグラフ信号とした際のグラフフーリエ変換により、グラフスペクトル領域においての信号成分を低周波数成分に大きく偏らせることに成功した。これにより、少量のスペクトル値を適切に推定することで画像の色差成分を十分に復元することが可能となり、効果的に画像復元を行う手法を提案するに至った。また、このことは、色差成分に関する情報を少ない情報量で保存することができると換言でき、カラー画像の情報圧縮という観点で見ると、効率的な画像符号化手法の導出に繋がる。実際、上記の手法にもとづいて提案した画像符号化手法では、約 65000 画素の色差成分値をわずか 200 個程度のスペクトル信号成分によって効率よく近似することができ、JPEG2000 など、現在標準的に用いられる画像圧縮手法と比較しても高い符号化性能を実現するアルゴリズムであることが実験的に示されている。これらの内容は権威ある査読付き学術論文誌に掲載されたほか、2 件の受賞を受けるなど、高い評価を受けるに至った。

また、上記の手法について、グラフカットによる計算量削減について提案を行った。これにより、性能を十分に維持したまま、計算時間を約 1/17 倍に削減することに成功した。

さらに、深度画像への拡張および、動画圧縮への拡張についても研究を行った。しかし、これらの結果は従来の他の手法との比較で良い結果が得られなかった。ただし、フレーム間の動きが小さい場合など、高い性能を達成する場面が限定的に存在することが判明している。従って、深度画像や動画への拡張した際の高精度実現のためにはグラフ接続をはじめとして、さらなる研究の余地があることが分かった。

今後の展望として、多重グラフ接続によるモデリング手法により精度向上が見込まれている。画像のグラフ表現の際に、広範囲グラフと局所領域グラフに分けることでより適切に画像をグラフ表現できることがこれまでの研究で分かっており、このモデリング手法を発展させていくことで、精度向上を目指す。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 3 件）

- (1) 菅原護、雨車和憲、半谷精一郎、浜本隆之、“グラフ信号復元に基づくカラリゼーションアルゴリズムの提案,” 電子情報通信学会論文誌(D), 2019. 査読有（掲載決定済み）

- (2) Kazunori Uruma, Katsumi Konishi, Tomohiro Takahashi, Toshihiro Furukawa, “Colorization-based image coding using graph Fourier transform” Elsevier Journal on Signal Processing: Image Communication. vol.74, pp.266-279, 2019. 査読有、DOI: 10.1016/j.image.2018.12.011
- (3) Takeshi Aiyoshizawa, Katsumi Konishi, Kazunori Uruma, Ryouhei Sasaki, Tomohiro Takahashi, Toshihiro Furukawa, “Image colorization based on locally linear embedding,” Journal of Signal Processing, Vol.22 No.4, pp.203-206, 2018. 査読有、DOI: 10.2299/jsp.22.203

〔学会発表〕（計 14 件）

- (1) 安彦魁人, 雨車和憲, 浜本隆之, 半谷精一郎, “グラフ信号処理を用いたカラリゼーション符号化の領域分割に基づくグラフカットによる高速化手法” 電子情報通信学会総合大会 2019 年 3 月.
- (2) Takeshi Aiyoshizawa, Kazunori Uruma, Katsumi Konishi, Tomohiro Takahashi, Toshihiro Furukawa, “Fast approach for image colorization using locally linear embedding,” RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP), 2019 年 3 月, アメリカ.
- (3) Tomohiro Takahashi, Katsumi Konishi, Kazunori Uruma, Toshihiro Furukawa, “Multi resolution block Hankel matrices rank minimization based image inpainting,” RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP), 2019 年 3 月, アメリカ.
- (4) Mamoru Sugawara, Kazunori Uruma, Seiichiro Hangai, “Colorization algorithm based on image segmentation and graph signal processing,” Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC) 2018 年 11 月, アメリカ.
- (5) 菅原護, 雨車和憲, 半谷精一郎 “グラフ信号処理を用いたユーザー指定型カラリゼーション” 画像符号化シンポジウム(PCSJ), 2018 年 11 月.
- (6) Kazunori Uruma, Shunsuke Takasu, Keiko Masuda, Seiichiro Hangai, “Region-wise super resolution algorithm based on the viewpoint distribution,” Picture Coding Symposium (PCS) 2018 年 5 月, アメリカ.
- (7) 須田るみ, 雨車和憲, 半谷精一郎, “グラフ信号処理を用いたカラリゼーション符号化の動画圧縮への拡張” 電子情報通信学会総合大会, 2018 年 3 月.
- (8) 菅原護, 雨車和憲, 半谷精一郎 “領域分割とグラフ信号処理を用いた色情報拡散型カラリゼーションの性能改善” 電子情報通信学会研究会, 2018 年 3 月.
- (9) Takeshi Aiyoshizawa, Katsumi Konishi, Kazunori Uruma, Ryouhei Sasaki, Tomohiro Takahashi and Toshihiro Furukawa, “Image colorization based on locally linear embedding,” RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP), 2018 年 3 月, アメリカ.
- (10) Kazunori Uruma, Ken Saito, Tomohiro Takahashi, Katsumi Konishi, Toshihiro Furukawa, “Representative pixels compression algorithm using graph signal processing for colorization-based image coding,” IEEE Int. Conf. on Image Processing (ICIP) 2017 年 9 月, 中国.

- (11) Tomohiro Takahashi, Katsumi Konishi, Kazunori Uruma, Toshihiro Furukawa, “Subspace clustering and multiple matrix rank minimization approach to image inpainting,” SICE Annual Conference, 2017年9月, 金沢.
- (12) Takeshi Aiyoshizawa, Tomohiro Takahashi, Katsumi Konishi, Ryohei Sasaki, Kazunori Uruma, Toshihiro Furukawa, “Singular values estimation approach to single-frame super-resolution,” SICE Annual Conference, 2017年9月, 金沢.
- (13) Kohei Shimomura, Kazunori Uruma, Tomohiro Takahashi, Toshihiro Furukawa, “Automatic determination of representative pixels for image colorization using deep learning,” JSST Int. Conf. on Simulation Technology, 2017年9月, 東京.
- (14) 雨車和憲, 高橋智博, 小西克己, 古川利博 “カラリゼーション符号化のためのグラフ信号処理を用いた色指定情報の圧縮” 第30回回路とシステムワークショップ, 2017年5月,

6. 研究組織

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。